

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-116593

(43)公開日 平成9年(1997)5月2日

| (51)Int.Cl. <sup>8</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | F I           | 技術表示箇所  |
|--------------------------|------|---------|---------------|---------|
| H 0 4 L 29/06            |      |         | H 0 4 L 13/00 | 3 0 5 B |
| G 1 0 H 1/00             |      |         | G 1 0 H 1/00  | Z       |
| G 1 1 B 20/10            |      | 7736-5D | G 1 1 B 20/10 | D       |

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 22 頁)

(21)出願番号 特願平7-335768

(22)出願日 平成7年(1995)11月30日

(31)優先権主張番号 特願平7-227407

(32)優先日 平7(1995)8月12日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 刑部 義雄

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72)発明者 嶋 久登

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72)発明者 佐藤 真

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

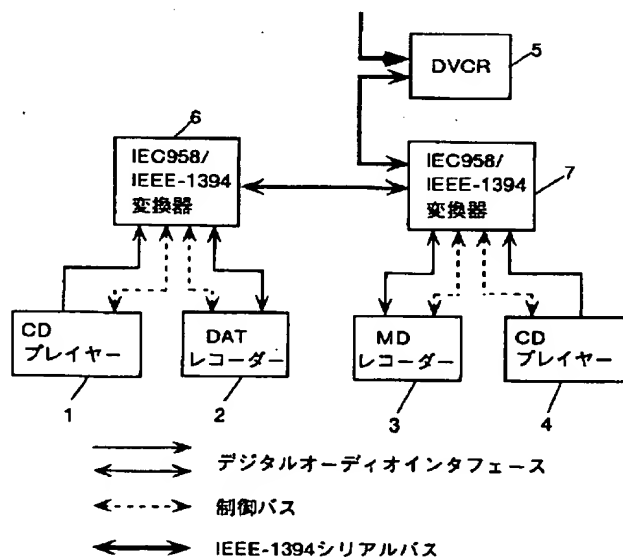
(74)代理人 弁理士 杉山 猛

(54)【発明の名称】 データ通信方法

(57)【要約】

【課題】 デジタルオーディオ信号や音楽・楽器信号のようなリアルタイムのデジタル信号を入力又は出力する機器における端子の数を削減する

【解決手段】 変換器6及び変換器7は、デジタルオーディオインタフェースの信号フォーマットとIEEE-1394の信号フォーマットとの相互変換機能を備えている。例えばCDプレイヤー1から出力されたデジタルオーディオインタフェースの信号を変換器6へ伝送し、ここでIEEE-1394のアイソクロナス伝送フォーマットの packets に変換して変換器7へ伝送し、ここでデジタルオーディオインタフェースに戻してMDレコーダー3においてデジタルオーディオ信号を録音することが可能である。MIDIの信号フォーマットとIEEE-1394の信号フォーマットとの相互変換機能を備えた変換器を設ければ、複数のMIDI楽器間で双方向データ通信を行うこともできる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 片方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのフォーマットを、双方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのアイソクロナス伝送フォーマット又はアシンクロナス伝送フォーマットに変換することを特徴とするデータ通信方法。

【請求項2】 デジタルデータは音楽・楽器信号である請求項1に記載のデータ通信方法。

【請求項3】 音楽・楽器信号をオーディオ／ビデオ機器用のアシンクロナス伝送フォーマットで伝送する請求項2に記載のデータ通信方法。

【請求項4】 片方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェース又は該インタフェースを備える機器に接続される別のインタフェースにより伝送される制御信号を、双方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのアシンクロナス伝送フォーマットに変換して、アイソクロナス伝送フォーマットのデジタルデータとともに伝送することを特徴とする請求項1に記載のデータ通信方法。

【請求項5】 デジタルデータはデジタルオーディオ信号である請求項4に記載のデータ通信方法。

【請求項6】 アイソクロナス伝送フォーマットのバケットが有するヘッダーを複数種類のデジタルデータに対して共通にしたことを特徴とする請求項1に記載のデータ通信方法。

【請求項7】 複数種類のデジタルデータに対してアイソクロナス伝送のサイクルに同期して伝送するモードと、非同期で伝送するモードの識別を行う識別コードをヘッダーに持たせることを特徴とする請求項1に記載のデータ通信方法。

【請求項8】 アイソクロナス伝送フォーマットのデータにデジタルデータの種別を識別する識別コードを付加することを特徴とする請求項1に記載のデータ通信方法。

【請求項9】 片方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースの同期信号をビット圧縮して、双方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのアイソクロナス伝送のヘッダーに取り込むことを特徴とする請求項1に記載のデータ通信方法。

【請求項10】 片方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのサンプリング周波数にかかわらず、双方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのアイソクロナス伝送フォーマットにおけるデータブロックの大きさを共通にすることを特徴とする請求項1に記載のデータ通信方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタルオーディオ信号や音楽・楽器信号のようなリアルタイムのデジタル信号を双方向に伝送する技術に関し、より詳細にはデ

ジタル信号を入力又は出力する機器における端子の数を削減し、かつデジタルオーディオ信号と音楽・楽器信号とを共通のフォーマットで伝送する技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、デジタルオーディオ機器間あるいは電子楽器間をデジタル信号ラインによって接続し、デジタル信号の伝送を行うことが一般に行われている。

【0003】 例えばIEC958の文書で規定されているデジタルオーディオインタフェース（以下単にデジタルオーディオインタフェースという）が、民生用あるいは業務用のデジタルオーディオ機器において使用されている。

【0004】 図25にデジタルオーディオインタフェースを用いたデジタルオーディオ信号の伝送例を示す。この図において、出力インタフェース81は例えばCD（コンパクトディスク）プレイヤーに内蔵されており、入力インタフェース89は例えばMD（ミニディスク）レコーダーに内蔵されている。そして、出力インタフェース81のレジスタ82に書き込まれたデジタルオーディオ信号はここから読み出されてパリティ・ビット付加回路83において誤り訂正符号が付加され、バイフェーズ変調／同期パターン付加回路84においてバイフェーズマーク変調と同期パターンの付加処理を受けてデジタルオーディオインタフェースに準拠したデジタルオーディオ信号とされ、例えばCDプレイヤーの出力端子から出力される。そして、同軸ケーブル85又は光ファイバーケーブル87を介して例えばMDレコーダーの入力端子から入力インタフェース89へ入力される。ここで、光ファイバーケーブル87を介して伝送する際には、例えばCDプレイヤーに設けられた送信モジュール86によりデジタルオーディオインタフェースに準拠したデジタルオーディオ信号を光信号に変換し、例えばMDレコーダーに設けられた受信モジュール88により光信号をデジタルオーディオインタフェースに準拠したデジタルオーディオ信号に変換する。

【0005】 入力インタフェース89においては、同期パターン検出／バイフェーズ復調回路90により同期パターンの検出とバイフェーズマーク復調処理を受け、パリティ・ビット検査回路91で誤り訂正処理を受け、レジスタ92を経て元のデジタルオーディオ信号とされ、例えばMDレコーダーのデジタル録音回路（図示せず）へ送られる。

【0006】 なお、MDレコーダーから別のMDレコーダー、あるいはDAT（デジタルオーディオテープ）レコーダーにデジタル録音をする場合、およびMDレコーダーをDAコンバーターを備えたデジタルプリアンプに接続してデジタル信号を直接伝送する場合には、MDレコーダーにデジタルオーディオインタフェースの出力インタフェースを備える必要がある。

【0007】 図26にデジタルオーディオインタフェー

スのサブフレームの構造を示す。また、図27にデジタルオーディオインタフェースのサブフレーム、フレーム、及びブロックの構造を示す。

【0008】図26に示すように、デジタルオーディオインタフェースのプロトコルにおいて、サブフレーム \*

- ① 同期、プリアンプ . . . b0からb3の4ビット分
- ② AUX (補助ビット) . . . b4からb7の4ビット分
- ③ オーディオデータ . . . b8からb27の20ビット分
- ④ パリティフラッグ . . . b28の1ビット分
- ⑤ ユーザーデータ . . . b29の1ビット分
- ⑥ チャンネルステータス . . . b30の1ビット分
- ⑦ パリティビット . . . b31の1ビット分

の合計32ビット分で構成されている。

【0010】図27に示すように、フレームはサブフレームの2倍の64ビット分の長さになる。CDではサンプリング周波数は44.1kHzで、16ビットの2チャンネルステレオ信号を記録している。CD信号をデジタルオーディオインタフェースで伝送する場合は、16ビットのCDデータのMSBをデジタルオーディオインタフェースのサブフレームのb27に入れ、以下LSBまでをb12に入れる。またサブフレームのb11からb8、AUXのb7からb4の4ビットには0<sub>2</sub>を入れる。したがって、CD信号のデジタルオーディオインタフェースでの伝送速度は44.1kHz×64bits=2.8224Mbpsとなる。またデジタルオーディオインタフェースでは、サンプリング周波数は44.1kHzの他に、48kHzと32kHzに対応している。

【0011】デジタルオーディオインタフェースのチャンネルコーディングは、ビット周期をTとしたときに論理“0”をT/2の周期の2ビット00<sub>2</sub>または11<sub>2</sub>で表し、論理“1”を同じくT/2の01<sub>2</sub>または10<sub>2</sub>で表すバイフェーズマーク変調を行っている。バイフェーズマーク変調の最大反転間隔はビット周期のT、最小反転間隔はT/2である。

【0012】同期、プリアンプは、バイフェーズマーク変調の規則から外れた3T/2を含むユニークなシンボルを使用している。このシンボルはブロックの始まりとチャンネル1の始まりB、チャンネル1の始まりM、チャンネル2、3、又は4の始まりWの3種類があり、

【0013】

B: 11101000<sub>2</sub> または 00010111<sub>2</sub>

M: 11100010<sub>2</sub> または 00011101<sub>2</sub>

W: 11100100<sub>2</sub> または 00011011<sub>2</sub>

が用いられている。

【0014】図27に示すように、192個のフレームで1ブロックを構成し、ブロックの初めにBのプリアンプが置かれる。また、チャンネルステータスを1ブロック分の192ビットの表にして、各種のデータを伝送することができる。なお、この表には、機器の制御信号や

\*は、ステレオ信号のチャンネル1 (左チャンネル) またはチャンネル2 (右チャンネル)、また4チャンネルステレオ信号のチャンネル1、2、3および4を伝送する。そして、

【0009】

機器のアドレスに相当するデータは規定されていない。

【0015】デジタルオーディオインタフェースにはアドレス情報が付加されていないため、ポイント・ツー・ポイント通信、すなわちケーブルで接続された機器間のみデータの伝送が行われる。したがって、ビデオ機器のTV (テレビジョン受像機) や、オーディオシステムのアンプやレシーバーのような信号接続の中心となる機器には、複数のデジタルオーディオ機器からデジタルオーディオインタフェースの信号線がツリー状に集中接続されることになる。

【0016】図28はデジタルアンプに多数のオーディオ機器やビデオ機器を集中接続したシステムの例を示す。この例では、DAコンバーターを備えたデジタルアンプ102に対して、デジタル音声放送チューナー101、スピーカー103、CDプレイヤー104及び105、MDレコーダー106、DATレコーダー107、及びデジタルビデオカセットレコーダー (以下DVCRという) 108が集中接続されている。

【0017】そして、各機器の間は前述したデジタルオーディオインタフェースの信号線 (同軸ケーブル、光ファイバー) で片方向又は双方向に接続されている。デジタルオーディオインタフェースは片方向のみの伝送が行えるものであるため、双方向に接続する機器間 (MDレコーダー106、DATレコーダー107、DVCR108の各機器とデジタルアンプ102との間) には2本の信号線が設けられている。

【0018】さらに、図28のシステムにおいて、例えばCDプレイヤー104または105からMDレコーダー106に録音等をする際に入手を介さずに行ったり、自動的に行ったりするためには、これらの機器間でそのための制御信号を伝送することが必要である。しかし、前述したように、デジタルオーディオインタフェースではこのような制御信号を伝送する方法を規定していないために、別に制御用のインタフェースを併用する必要がある。このため、デジタルアンプ102と各機器との間は制御バスで接続されている。このような制御用のインタフェースには多種の規格が存在する。

【0019】また、近年、MIDI (Musical

Instrument Digital Interface) 規格により定められたインタフェースで相互に接続した電子楽器 (以下単にMIDI 楽器という) 間で演奏情報やコントロール情報、同期情報等を伝送することが行われている。

【0020】MIDI規格にはMIDI IN端子 (以下INという)、MIDI OUT端子 (以下OUTという)、MIDI THRU端子 (以下THRUという) の3種類の端子があり、MIDI 楽器には通常INとOUTが標準的に装備されており、THRUが装備されている楽器も多い。THRUは、INから入力されたMIDI 信号をそのまま出力する機能をもつ端子である。

【0021】図29に示すように、MIDI 楽器 (マスター) 110のOUTからMIDI 楽器 (スレーブ) 111のINに、MIDI専用ケーブル (以下MIDIケーブルという) で接続し、MIDI 楽器110のキーボードを弾くと、MIDI 楽器111も一緒に演奏される。マスターとなるのは、キーボードのある電子楽器やシーケンサーのようなMIDIのデータを発生する機器で、MIDIコントローラーという。スレーブとしては、キーボードがない音源のみの音源モジュール、エフェクターその他のあらゆるMIDI 楽器が接続可能である。

【0022】図30に示すように、MIDI 楽器112のOUTから、別のMIDI 楽器113のINに、さらにTHRUから別のMIDI 楽器114のINに継続して接続し、またさらにTHRUから別のMIDI 楽器115のINに継続して接続し、複数のMIDI 楽器を同時に演奏することができる。ところが、THRUを通すごとにMIDI 信号が劣下するために、図30に示すようなTHRUによるカスケード型の接続は通常3台から4台が限度である。

【0023】そこで、複数のMIDI 楽器を接続するために、図31に示すようにMIDI 楽器116のOUTをパラボックス (THRUボックスともいわれる) 117に入力し、THRUボックスの出力から複数のMIDI 楽器118~121のINに接続する方法が用いられている。しかし、MIDI 楽器が数多く接続する場合には、THRUボックスにMIDI ケーブルが集中する等の問題がある。

【0024】通常、MIDIの通信では、受信 (スレーブ) 側が正しく受信しているかどうか送信 (マスター) 側は関知せずにオープンループでの伝送が行われている。ただし、後述するサンプリングデータの伝送のように、MIDIの信号の中でもデータ量が大きい場合にはデータを分割してパケット送信する。このとき、受信側で、データが正しく送られたかどうかを確認するエラーチェックを行い、データが正しく送られていない場合には再送信を要求する機能がある。これをハンドシェイク

による転送という。ハンドシェイクを行う場合は、図32に示すように、MIDIマスター122のINとMIDIスレーブ123のOUTをMIDIケーブルで接続する必要がある。

【0025】MIDI 楽器はINとOUTの端子を備えているが、マスターとスレーブの立場が固定した片方向の通信を行い、双方向通信への対応がなされていない。したがって、一度スレーブにセッティングされたMIDI 楽器のキーボードを弾いても、マスターのMIDI 楽器をならすことができないという問題がある。また、図30のカスケード接続したシステムや、図31のTHRUボックスを使用するシステムではマスターになる機器はあらかじめ決められており、演奏のためにMIDI 楽器の接続の順番を決める必要がある。このため、楽器を移動する場合の再セッティングが不自由であり、一度設定した楽器の構成を変更しにくい等の問題がある。

【0026】MIDI 楽器間で伝送されるメッセージをMIDIメッセージという。MIDIメッセージは、1バイト以上のバイト列で表される。図33に示すように、MIDIメッセージのバイト列は、ステータスバイトとデータバイトに分けられる。ステータスバイトは、MIDIメッセージの種類を表し、MSBのビット7は“1”である。ステータスバイトは、通常決まった数のデータバイトを伴う。ただし、データバイトを伴わないメッセージもある。データバイトのMSBのビット7は“0”である。

【0027】図34に示すように、MIDIメッセージは、チャンネルメッセージとシステムメッセージの2つに分類される。チャンネルメッセージは個々の楽器をコントロールするための演奏情報であり、システムメッセージはMIDIシステム全体をコントロールするためのコントロール情報や同期情報等である。MIDIメッセージには、楽器同士の接続等に関する制御コマンドが割り付けられていないために、システムの設定や構成の変更等をMIDI規格を通して実行できない。

【0028】システムメッセージはシステムエクスクルーシブメッセージ、システムコモンメッセージ、システムリアルタイムメッセージに分類される。チャンネルメッセージは、チャンネルボイスメッセージ (以下ボイスメッセージという) とチャンネルモードメッセージ (以下モードメッセージという) がある。

【0029】MIDIメッセージはシステムエクスクルーシブメッセージを除けば、データバイトの数は2バイト以下、すなわちステータスバイトも含めて3バイト以下になる。図34において、ステータスバイトを16進数で表した小文字のnは、MIDIチャンネルの指定に使われる。

【0030】図35にMIDIチャンネルの指定の方法を示す。図30や図31において、複数のMIDI 楽器がMIDIケーブルによりMIDIコントローラーに接続

10

20

30

40

50

されている場合に、MIDIチャンネルを指定することでそれぞれのMIDI楽器を独立して演奏できる。MIDIチャンネルは4ビットであり、最大で16のチャンネルを指定できる。

【0031】図36はMIDIチャンネルの使用法の例である。MIDIコントローラー124に3台のMIDI楽器125、126、127を接続する。MIDI楽器125はサクソ、MIDI楽器126はピアノ、MIDI楽器127は電気ベースの音色をセットする。そして、MIDIコントローラー124からそれぞれのパート用の演奏データを送れば、各楽器はパートごとに音を出すことになる。

【0032】このようにMIDI規格では、受信側（スレーブ）の複数のMIDI楽器の中からMIDIチャンネルにより、特定のMIDI楽器を指定してメッセージを伝送することができる。ただし、MIDIチャンネルの指定にステータスバイトの下位の4ビットを使用しているため、MIDIチャンネルは16以上の数に増やすことが難しい。

【0033】図33に示したように、MIDI規格の転送速度は31.25 kbps（±1%）の非同期方式シリアル転送で動作する。転送はスタートビット、ビット0、・・・ビット7、ストップビット（計10ビット）の順で行われ、スタートビットは論理“0”、ストップビットは論理“1”である。1バイトを転送するために、 $10 \times (1/31.25 \text{ kHz}) = 320 \mu\text{S}$ を必要とする。MIDIシステムにおいて1つの音を鳴らすノートオンというメッセージは3バイトが必要とされるため、MIDIにより1つの音を鳴らすためには $320 \mu\text{S} \times 3 = \text{約} 1 \text{ ms}$ かかることになる。

【0034】サンプリング機能を搭載したMIDI楽器をサンプラーと呼ぶ。サンプリングとは、ユーザーが生楽器の音色をデジタルデータ化してメモリー等に記録することである。そして、再生時は、メモリーから自由なタイミングでデジタルデータを取り出して音を出す。サンプラーから取り出したサンプリングデータの伝送は、ユニバーサルシステムエクスクルーシブメッセージの一つであるサンプルダンプを用いる。ユニバーサルシステムエクスクルーシブメッセージでは、メーカーが異なるMIDI楽器間でデータの送受信をすることができる。サンプルダンプはサンプラーのサンプリングデータを伝送するための共通フォーマットである。

【0035】図37は、サンプルダンプリクエスト、ダンプヘッダー、データパケットの3つのMIDIメッセージのデータフォーマットを示している。MIDI楽器により（1）のダンプリクエストが出されると、（2）のダンプヘッダーが送信されて、次に（3）のデータパケットが送信される。データパケットは127バイトの固定の長さで、データの長さは最大で120バイトである。

【0036】通常、サンプリングした波形データは数十Kバイトあり、数多くのデータパケットを送信する必要がある。一度にこのような大量のデータ伝送をすると、MIDIの送信と受信処理に時間をとられてチャンネルメッセージ等の演奏情報を同時に送信することはできない。このため、通常、MIDI入出力機能にはシステムエクスクルーシブメッセージを受信しないようにオフにするスイッチが設けてある。

【0037】

10 【発明が解決しようとする課題】 以上のように、従来のデジタルオーディオインタフェース規格には以下の

（1）、（2）に記載する問題点があった。

【0038】（1）双方向の伝送を行うために2つの伝送路が必要になり、機器側では入力と出力の2つの端子が必要である。

【0039】（2）システムのセンターとなる機器では伝送路が多くなり、入力と出力の端子が複数集中する。制御のために別のインタフェースを設けた場合には、さらに機器に入出力する端子の数が増える。

20 【0040】また、従来のMIDI規格によるメッセージの伝送には、下記（3）～（7）に記載する問題点があった。

【0041】（3）MIDI楽器にはINとOUT端子が装備されているにもかかわらず、片方向の通信のみを規定しており、双方向の通信に適応していない。

【0042】（4）システムのマスターになるMIDI楽器が固定化されてしまい、フレキシブルなMIDIシステムを構築できない。

30 【0043】（5）複数の楽器を接続する場合には、THRUBOXにケーブルが集中する。

（6）伝送スピードが遅いため、大量のデータ伝送が難しい。

（7）システムの接続情報や接続のための制御コマンドが用意されていない。

40 【0044】さらに、前述したデジタルオーディオインタフェースを用いたデジタルオーディオ機器、例えばCDプレイヤーで再生したデジタルオーディオ信号に電子楽器の演奏情報を多重合成したり、MDレコーダーで録音／再生した音声（ヴォーカル）に電子楽器の演奏情報を多重合成し、これをデジタル記録（録音）すること等が期待されているが、MIDI規格とデジタルオーディオインタフェースのデータフォーマット及びデータ伝送速度が異なるため、電子楽器とデジタルオーディオ機器のデジタル的な接続は困難であった。

50 【0045】本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、従来の片方向のインタフェースを用いるシステム等に比較して、入出力の端子の数を少なくし、特にシステムの中心になる機器の信号と制御に必要なケーブルと端子の数を少なくしたデータ通信方法を提供することを目的とする。

【0046】また、本発明は電子楽器の機能を高めることのできるデータ通信方法を提供することを目的とする。

【0047】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するために、本発明に係るデータ通信方法は、片方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのフォーマットを、双方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのアイソクロナス伝送フォーマット又はアシンクロナス伝送フォーマットに変換することを特徴とする。

【0048】本発明において、デジタル信号は例えばデジタルオーディオ信号や音楽・楽器信号である。

【0049】本発明において、片方向で音楽・楽器信号の伝送を行うインタフェースのフォーマットを、双方向でデジタルデータの伝送をアシンクロナス伝送フォーマットに変換して伝送する際には、音楽・楽器信号専用のフォーマットで伝送することもオーディオ／ビデオ機器用の伝送フォーマットで伝送することもできる。

【0050】本発明において、片方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェース又はそのインタフェースを備える機器に接続される別のインタフェースにより伝送される制御信号を、双方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのアシンクロナス伝送フォーマットに変換して、アイソクロナス伝送フォーマットのデジタルデータとともに伝送してもよい。

【0051】さらに、アイソクロナス伝送フォーマットの packets が有するヘッダーを複数種類のデジタルデータ（リニアデジタルオーディオ、ノンリニアデジタルオーディオ、音楽・楽器信号等）に対して共通にすることが好適である。そして、複数種類のデジタルデータに対してアイソクロナス伝送のサイクルに同期して伝送するモードと、非同期で伝送するモードの識別を行う識別コードをヘッダーに持たせてもよい。さらに、アイソクロナス伝送フォーマットのデータにデジタルデータの種類の識別する識別コードを付加することもできる。

【0052】また、片方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースの同期信号をビット圧縮して、双方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのアイソクロナス伝送のヘッダーに取り込むことができる。

【0053】さらに、片方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのサンプリング周波数にかかわらず、双方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのアイソクロナス伝送フォーマットにおけるデータブロックの大きさを共通にすることが好適である。

【0054】本発明においては、双方向デジタルインタフェースに接続する電子楽器のすべてが、送信側になることができる。

【0055】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。以下の二つの実施

の形態は、本発明をIEEE-1394 High Performance Serial Bus（以下IEEE-1394シリアルバスという）に適用したものである。

【0056】（第一の実施の形態）本発明を適用した双方向のデータ伝送システムには、例えば図1に示すように、デジタルオーディオ機器としてCDプレイヤー1と、DATレコーダー2と、MDレコーダー3と、CDプレイヤー4とが設けられている。これらのデジタルオーディオ機器はデジタルオーディオインタフェースを備えている。そして、CDプレイヤー1とDATレコーダー2は、デジタルオーディオインタフェースの信号線と制御バスによりIEC958/IEEE-1394変換器（以下単に変換器という）6に接続されている。また、MDレコーダー3とCDプレイヤー4は、デジタルオーディオインタフェースの信号線と制御バスにより変換器7に接続されている。さらに、変換器6と変換器7とDVCR（デジタルビデオカセットレコーダー）5との間は、IEEE-1394シリアルバスのケーブルにより接続されている。DVCR5はIEEE-1394シリアルバスに対するデジタルインタフェースを備えており、変換器を介さずにデジタルオーディオ／ビデオ信号を送受信することができる。

【0057】なお、IEEE-1394シリアルバスを用いたシステムは、図1のようなカスケード接続のバス型のトポロジーの他にツリー型のトポロジーを採用することもできる。

【0058】変換器6及び変換器7は、デジタルオーディオインタフェースのプロトコルとIEEE-1394のプロトコルを相互に変換する機能を備えている。この場合、デジタルオーディオインタフェースに準拠したデジタルオーディオ信号はIEEE-1394のアイソクロナスモードで伝送される。アイソクロナスモードとは、データ伝送システム内のサイクルマスターになる機器が発生する8kHz（125μs）のアイソクロナスサイクルに同期したデータ伝送を行うモードであって、動画信号やデジタルオーディオ信号、音楽・楽器信号のように実時間の信号データを伝送するために使用される。

【0059】変換器6及び変換器7は、制御バスのプロトコルとIEEE-1394のプロトコルを相互に変換する機能も備えている。この場合、制御バスの制御コマンドはIEEE-1394のアシンクロナスモードで伝送される。アシンクロナスモードは、データをハードディスク装置のような記憶装置に実時間ではないモードで記録したり、読み出したりする場合や、機器の制御信号を伝送するために使用される。

【0060】図2に変換器の基本構成を示す。変換器20は、IEEE-1394シリアルバスに対する物理層ブロック（PHY）21と、リンク層ブロック（LIN

C) 22と、CPU23と、デジタルオーディオI/O 24とを備えている。

【0061】物理層ブロック21は、IEEE-1394シリアルバスのアービトレーション、通信データのエンコード/デコード、バイアス電圧の供給等の物理層制御を行う。また、リンク層ブロック22は、アシンクロナスデータ処理部25とアイソクロナスデータ処理部26とを備え、パケットの生成/検出、ヘッダーCRC及びデータCRCの生成/検出等のリンク層制御を行う。そして、CPU23はアプリケーション層の制御を行

う。また、デジタルオーディオI/O24は、デジタルオーディオ信号をリンク層ブロックのアイソクロナスデータ処理部26との間で通信し、制御信号をCPU23との間で通信する。さらに、デジタルオーディオI/O24はこれらの信号のバッファリングを行う。

【0062】前述した図1のシステムでは、例えばCDプレイヤー1において再生したデジタルオーディオ信号をデジタルオーディオインタフェースに準拠した信号に形成して変換器6に伝送する。変換器6においては、デジタルオーディオI/O24から入力されたデジタルオーディオ信号をリンク層ブロック22のアイソクロナスデータ処理部26へ送り、ここでIEEE-1394のアイソクロナスのデータブロックパケット（以下アイソパケットという）を作成し、物理層ブロック21からIEEE-1394シリアルバスへ送出する。変換器7においては、物理層ブロック21から入力されたアイソパケットをアイソクロナスデータ処理部26を経てデジタルオーディオI/O24へ送り、ここでデジタルオーディオインタフェースに準拠した信号に戻し、MDレコー

ダー3へ送り、ここでデジタルオーディオ信号を録音すること可能となる。

【0063】同様にして、CDプレイヤー4で再生したデジタルオーディオ信号をDATレコーダー2にデジタル録音することも可能となる。さらに、DVCR5のデジタルオーディオデータ記録エリアにデジタル録音することも可能となる。

【0064】また、図1のシステムで制御コマンドを伝送する場合、例えばCDプレイヤー1が出力した制御コマンドは制御バスを介して変換器6に伝送する。変換器6においては、デジタルオーディオI/O24から入力された制御コマンドをCPU23からリンク層ブロック22のアシンクロナスデータ処理部25へ送り、ここでIEEE-1394のアシンクロナスのデータブロックパケット（以下アシンクロナスパケットという）を作成し、物理層ブロック21からIEEE-1394シリアルバスへ送出する。変換器7においては、物理層ブロック21から入力されたアシンクロナスパケットをアシンクロナスデータ処理部25とCPU23を介してデジタルオーディオI/O24へ送る。そして、ここで制御バス上のコマンドに戻し、MDレコーダー3へ送り、その

動作を制御する。

【0065】図3は図1のシステムにおいて、CDプレイヤー1からMDレコーダー3へデジタルオーディオ信号と制御コマンドを伝送すると共に、DATレコーダー2からDVCR5へデジタルオーディオ信号と制御コマンドを伝送する場合のタイミングの一例を示すものである。

【0066】信号ストリームAは、CDプレイヤー1からMDレコーダー3へ伝送されるデジタルオーディオ信号であり、信号ストリームBは、DATレコーダー2からDVCR5へ伝送されるデジタルオーディオ信号である。これらの信号ストリームA、Bは、デジタルオーディオインタフェースを介して変換器6に入力される。

【0067】また、コマンドAの11Aと11Bは、CDプレイヤー1とMDレコーダー3が相互に取り交わす制御コマンドの例である。そして、コマンドBの12Aと12Bは、DATレコーダー2とDVCR5が相互に取り交わす制御コマンドの例である。これらは、いずれもデジタルオーディオインタフェースにより変換器6に入力されたものである。

【0068】信号ストリームA、Bは、変換器6においてアイソパケットに変換された後、125 $\mu$ sのアイソクロナスサイクルでIEEE-1394シリアルバス上を伝送される。この場合のデータ伝送速度は100Mbps、200Mbps又は400Mbpsのいずれかに設定される。図3においては、信号ストリームAはアイソパケット13A~13Fに変換されており、信号ストリームBはアイソパケット14A~14Fに変換されている。

【0069】また、コマンド11Aと11Bはアシンクロナスパケット15Aと15Bに変換されており、コマンド12Aと12Bはアシンクロナスパケット16Aと16Bに変換されている。

【0070】そして、これらのアイソパケットとアシンクロナスパケットは、IEEE-1394シリアルバス上で時分割多重して伝送される。このとき、アイソパケット13A~13Fと14A~14Fとは異なるチャネルを使用して伝送される。IEEE-1394シリアルバス上の機器はアイソパケットのヘッダー（詳細は後述）に書かれているチャネル番号を見て必要なアイソパケットを取り込む。また、アシンクロナスパケット15A、15Bとアシンクロナスパケット16A、16Bとは発信元機器アドレス及び宛先機器アドレスを持っている。なお、このようなIEEE-1394シリアルバス上のデータ伝送制御の詳細については、IEEE-1394の仕様書により公開されているので、ここでは説明しない。

【0071】IEEE-1394シリアルバス上を伝送されたアイソパケットとアシンクロナスパケットは変換器7に入力される。アイソパケット13A~13Fは元



の信号ストリームAに戻され、デジタルオーディオインタフェースを介してMDレコーダー3に送られる。また、アシンクロナスパケット15A、15Bも元のコマンド11A、11Bに戻され、制御バスを介してMDレコーダー3に送られる。

【0072】一方、アイソパケット14A~14FはそのままIEEE-1394シリアルバスを介してDVC R5へ送られ、取り込まれる。同様に、アシンクロナスパケット16A、16BもそのままIEEE-1394シリアルバスを介してDVC R5へ送られ、取り込まれる。

【0073】次に、デジタルオーディオインタフェースに準拠したデジタルオーディオ信号をIEEE-1394のアイソパケットに載せる方法について詳細に説明する。

【0074】図4にIEEE-1394のアイソパケットを示す。IEEE-1394のデータブロックパケットは32ビット単位（以下クアドレットという）で表される。最初のクアドレットにあるチャンネルは、アイソクロナスのチャンネル番号を示す。6ビット64のチャンネルによりアイソチャンネルを識別することができる。タグ（tag）フィールドの2ビットが01<sub>2</sub>のときに、データフィールドの先頭に2クアドレットのコモンアイソクロナスパケットヘッダー（以下CIPヘッダーという）を挿入する。デジタルビデオ機器やデジタルオーディオ機器等のデジタルオーディオ・ビデオ信号の実時間データを扱う目的のために、tagの値を01<sub>2</sub>とする。本実施の形態はtag=01<sub>2</sub>の場合に関するものである。なお、tag=00<sub>2</sub>のときは、CIPヘッダーの挿入は必要としない。

【0075】図5はtag=01<sub>2</sub>の値をとる場合のCIPヘッダーを示している。CIPヘッダーの初めのクアドレットは、フォーマットによってビットのアサインメントが変わらない。ソースノードID（以下SIDという）は、アイソパケットを送出する機器のIEEE-1394シリアルバス上におけるノードIDを表す。データブロックサイズ（以下DBSという）は、データブロックの長さをクアドレットで表した数字である。フラクション数（以下FNという）は、ソースパケットが分割されるデータブロックの数である。クアドレットパディングカウント（以下QPCという）は、FNが00<sub>2</sub>以外の値をとるときに用いられる。ソースパケットヘッダー（以下SPHという）は、ソースパケットが独自のソースヘッダーを持つときに1<sub>2</sub>とする。データブロックカウンタ（以下DBCという）は、8ビットの連続カウンタでソースパケットの伝送抜けを検出するために用いる。CIPヘッダーの2番目のクアドレットにおけるフォーマットIDフィールド（以下FMTという）は、IEEE-1394シリアルバスで伝送されるフォーマットの識別に使用される。フォーマット依存フィー

ルド（以下FDFという）はFMTによりその仕様が決められる。

【0076】図6はFMTの割りつけ例である。この図に示すように、FMT=000000<sub>2</sub>でDVCR、000001<sub>2</sub>でMPEG信号伝送のフォーマットを指定している。また、FMT=000010<sub>2</sub>で非圧縮のデジタルオーディオ（以下リニアオーディオという）、000011<sub>2</sub>でビット圧縮されたデジタルオーディオ（以下ノンリニアオーディオという）、000100<sub>2</sub>で音楽・楽器の伝送フォーマットを指定する。FMT=111110<sub>2</sub>のときは、CIPヘッダーの規定の範囲内でメーカー独自の仕様を認める。また、FMT=111111<sub>2</sub>のときは、DBS、FN、QPC、SPH、DBCの各フィールドの規定は解除される。

【0077】図7はリニアオーディオ、ノンリニアオーディオ及び音楽・楽器に共通するCIPヘッダーを示す。このヘッダーのフォーマットは、図5のFDFをデータフォーマットフィールド（以下DATAFという）と、同期時刻Sync Time（以下SYTという）とに分けたものである。FMTで割り付けたデジタルオーディオと音楽・楽器のデータ伝送フォーマットを共通にすることにより、IEEE-1394シリアルバス上での共同の伝送が容易になる。

【0078】図8にSYTの構造を示す。タイムスタンプの値が与えられるとき、SYTの16ビットはサイクルカウント（Cycle count）の4ビットと、サイクルオフセット（Cycle offset）の12ビットに分ける。このサイクルカウントは、IEEE-1394シリアルバス上のサイクルマスターに設けられているサイクルタイムレジスタのサイクルカウントの13ビットの下位4ビットの値を用いる。また、サイクルオフセットの12ビットは、サイクルタイムレジスタのサイクルオフセットの12ビットの値をそのまま用いる。

【0079】図9はリニアオーディオのDATAFのビット割りつけ例である。この図において、非同期モードは、アイソクロナスモードで125μsのサイクルに同期せずに、SYTのタイムスタンプを利用する伝送モードである。コンSUMER用のCDプレイヤー等の一般に外部クロックに同期しない機器のデジタルオーディオインタフェース信号を、IEEE-1394フォーマットに変換するために使用する。

【0080】同期モードは、125μsのアイソクロナスサイクルに同期する伝送のモードで、業務用のCDプレイヤーやレコーダーの外部クロックに同期することが可能な機器に用いる。

【0081】Raw オーディオの仕様は、デジタルオーディオインタフェースの入出力端子を持たない機器がフォーマットに依存しないデジタルオーディオ信号をIEEE-1394シリアルバス上で伝送する場合に用い



る。

【0082】本実施の形態においては、デジタルオーディオインタフェースの信号ストリームをブロックの単位に分けてソースパケットとし、これにヘッダーを付けて伝送する。デジタルオーディオインタフェースでは、48kHz、44.1kHz、32kHzの3種類のサン

$$F_s: 48 \text{ kHz} \quad \dots 192 \div 48 \text{ kHz} = 4 \text{ ms}$$

$$F_s: 44.1 \text{ kHz} \quad \dots 192 \div 44.1 \text{ kHz} = 4.35374 \text{ ms}$$

$$F_s: 32 \text{ kHz} \quad \dots 192 \div 32 \text{ kHz} = 6 \text{ ms}$$

である。

【0084】したがって、1ブロックに入る各 $F_s$ にお

$$F_s: 48 \text{ kHz} \quad \dots 4 \text{ ms} \div 125 \mu\text{s} = 32$$

$$F_s: 44.1 \text{ kHz} \quad \dots 4.35374 \text{ ms} \div 125 \mu\text{s} \approx 35$$

$$F_s: 32 \text{ kHz} \quad \dots 6 \text{ ms} \div 125 \mu\text{s} = 48$$

である。

【0085】本実施の形態では、 $F_s$ の値に係わらず、データの入っているアイソパケットの数を1ブロックの中で24にする。そして、その他のアイソパケットはソースパケットのないヘッダーだけのパケット（以下ダミーパケットという）を伝送する。

【0086】1ブロックのデータのビット数は、64ビット $\times 192 = 12288$ ビットであるから、有効なパケットのデータのビット数は $12288 \text{ ビット} \div 24 = 512 \text{ ビット}$ である。これをクアドレットに直すと16★

$$F_s: 48 \text{ kHz} \quad \dots 8 \div 48 \text{ kHz} = 166.7 \mu\text{s}$$

$$F_s: 44.1 \text{ kHz} \quad \dots 8 \div 44.1 \text{ kHz} = 181.4 \mu\text{s}$$

$$F_s: 32 \text{ kHz} \quad \dots 8 \div 32 \text{ kHz} = 250 \mu\text{s}$$

となる。

【0089】図10に示すように、 $F_s = 44.1 \text{ kHz}$ の場合は、1ブロックの伝送中におよそ $35 - 24 = 11$ のダミーパケットがあり、ほぼ有効なパケットを2つ伝送した後でダミーパケットを1つ伝送することになる。

【0090】また、 $F_s$ が48kHzの場合は、図11に示すように、1ブロックを伝送する間に $32 - 24 = 8$ のダミーパケットがあり、有効なパケットをほぼ3つの伝送した後でダミーパケットを1つ伝送することになる。

【0091】同様に、 $F_s$ が32kHzの場合は、図12に示すように、1ブロックを伝送する間に $48 - 24 = 24$ のダミーパケットを伝送があり、ほぼ有効なパケットとダミーパケットとを交互に伝送することになる。

【0092】図13にアイソパケットのフォーマットの例を示す。この図に示すように、デジタルオーディオインタフェースのサブフレーム32ビットの内容はそのままアイソパケットに転送する。ただし、同期・プリアンブルの4ビット分は

【0093】

B: LSB 11\*\* MSB

M: LSB 01\*\* MSB

\*プリング周波数（以下 $F_s$ という）が定義されている。

デジタルオーディオインタフェースの1ブロックは192フレームであるから、1ブロックの長さは各 $F_s$ において、

【0083】

10※けるアイソパケットの数は最大で、

★クアドレットになり、 $DBC = 16 = 00010000_2$ である。16クアドレットはデジタルオーディオインタフェースの16サブフレーム分、すなわち8フレーム分に相当する。

【0087】図10はこの8フレームを1つの単位にしてアイソパケットで伝送する例を示す。8フレームのデータが変換器内のバッファに蓄えられるのに必要な時間を各 $F_s$ について計算すると、

【0088】

W: LSB 00\*\* MSB

に変換する。ここで、\*\*は、通常00<sub>2</sub>を挿入する。

20ビットのオーディオデータと4ビットの補助データと\*\*とを合わせて26ビットのオーディオデータとして使用することができる。

【0094】この図及び図10に示すように、本実施の形態では、デジタルオーディオインタフェースの信号の伝送において、1つのアイソパケットのデータ部は、8つのフレームを単位にして伝送する。図27に示したように、データ部の最初のクアドレットはBまたはMであり、Wから始まることはない。そして、Bはデータ部の最初のクアドレットに位置して、データ部の途中になることはない。ここでは、オーディオデータをLSBから先に伝送しているが、MSBから先に伝送するように定めても良い。

【0095】（第二の実施の形態）本発明を適用した双方向のデータ伝送システムの第2の形態を図14に示す。このデータ伝送システムには、MIDI楽器31～34と、CDプレイヤー35と、MDレコーダー36と、MIDI/IEEE-1394変換器（以下単に変換器という）37～40と、パーソナルコンピュータ（以下パソコンという）41と、ハードディスク装置42とが設けられている。

【0096】そして、MIDI楽器31～34のOUTは、MIDIケーブルによりそれぞれ変換器37～40のINに接続され、MIDI楽器31～34のINは、MIDIケーブルによりそれぞれ変換器37～40のOUTに接続されている。

【0097】また、変換器37～40、CDプレイヤー35、MDレコーダー36、パソコン41、及びハードディスク装置42はIEEE-1394シリアルバスにより共通に接続されている。つまり、これらの機器はIEEE-1394シリアルバス上のノードIDを持って

【0098】変換器37～40はMIDI信号とIEEE-1394シリアルバスのプロトコルとの間の相互の変換を行う。例えばMIDI楽器31のOUTから変換器37のINへ入力されたMIDI信号は、変換器37においてIEEE-1394のアイソパケット又はアシンクロナスパケットに変換され、IEEE-1394シリアルバスへ送出される。逆に、他のMIDI楽器から他の変換器を介してIEEE-1394シリアルバスへ送出され、変換器37で受信されたパケットは、ここでMIDI信号に変換され、OUTからMIDI楽器31のINへ送られる。

【0099】CDプレイヤー35及びMDレコーダー36は、デジタルオーディオインタフェースと図2に示したIEC958/IEEE-1394変換器とを備えており、内部でプロトコル間の相互変換が行える。したがって、IEEE-1394シリアルバスに対して、アイソパケット及びアシンクロナスパケットを直接送受信できる。なお、図1と同様に、IEC958/IEEE-1394変換器をCDプレイヤー35及びMDレコーダー36の外部に設けてもよい。

【0100】パソコン41及びハードディスク装置42は、IEEE-1394シリアルバスに対するデジタルインタフェース（図2の物理層ブロックとリンク層ブロック）を備えており、IEEE-1394シリアルバスに対して、アイソパケット及びアシンクロナスパケットを直接送受信できる。

【0101】以上のように構成した双方向通信システムによれば、MIDI楽器31から出力された、MIDI楽器32～34の演奏情報は、変換器37によりIEEE-1394シリアルバスのプロトコルに変換され、IEEE-1394シリアルバスへ送出される。そして、変換器38～40においてMIDI楽器32～34の演奏情報に逆変換され、それぞれのMIDI楽器32～34のINへ入力される。これにより、MIDI楽器31～34を同時に演奏できる。

【0102】また、MIDI楽器の演奏情報やコントロール情報等はハードディスク装置42において記録再生することができる。さらに、パソコン41のディスプレイにおいてオンスクリーンディスプレイ表示を行うこと

もできる。

【0103】また、MIDI楽器が出力した演奏情報とCDプレイヤーの再生デジタルオーディオ信号を合成し、MDレコーダー36やハードディスク装置42に記録（録音）をすることができる。

【0104】図14において、変換器37～40はIEEE-1394シリアルバス上のIDを持ち、アシンクロナスパケットのソースID（後述する図16、図17を参照）にそのID番号を使用することにより、どのMIDI楽器がMIDIメッセージを送信しているか判別ができる。すなわち、図14の構成においてどのMIDI楽器もマスターになることができ、図30あるいは図31のように接続を固定する必要がなく、どのキーボードからでも他のMIDI楽器を鳴らすことができる。

【0105】図15にMIDI規格とIEEE-1394シリアルバスフォーマットの変換器の1例を示す。この変換器は、大別するとMIDIメッセージの送受信部と、IEEE-1394シリアルバスに対するデジタルインタフェースと、CPU54とから構成されている。

【0106】MIDIメッセージの送受信部は、MIDI OUT端子へ出力するMIDIメッセージのバッファ51と、MIDI IN端子から入力されたMIDIメッセージのバッファ52と、UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) 53とから構成されている。

【0107】IEEE-1394シリアルバスに対するデジタルインタフェースは、リンク層ブロック55と物理層ブロック56とから構成されている。これらは図2の対応するブロックと同様に構成されている。

【0108】CPU54から出力されたMIDIメッセージはUART53で非同期シリアルデータに変換されてバッファ51を通過してMIDI OUTからMIDIケーブル上に出力される。また、MIDI INから入力されたMIDIメッセージは、バッファ52を通過してUART53でパラレルデータに変換されてCPU54へ入力される。

【0109】MIDIメッセージをアシンクロナスパケットに載せて伝送する場合には、CPU54から出力されたMIDIメッセージをアシンクロナスデータ処理部57へ送り、ここから物理層ブロック56を介してIEEE-1394シリアルバスへ送出する。そして、MIDIメッセージをアイソパケットに載せて伝送する場合には、CPU54から出力されたMIDIメッセージをアイソクロナスデータ処理部58へ送り、ここから物理層ブロック56を介してIEEE-1394シリアルバスへ送出する。

【0110】次に、MIDI規格に準拠した音楽・楽器信号をIEEE-1394シリアルバスのアシンクロナスパケットにのせる方法について説明する。

【0111】ここではIEEE-1394のファンクションコントロールプロトコル（以下FCPという）を用いて音楽・楽器信号を伝送する。FCPはIEEE-1394シリアルバスに接続する機器をコントロールするためのプロトコルであり、アシンクロナスパケットにより制御コマンドとレスポンスを伝送する。

【0112】図16にIEEE-1394のアシンクロナスデータ伝送モードのWrite request for data blockパケット、図17にWrite request for data quadletパケットを示す。この2つのパケットのペイロードをFCPフレームと呼ぶ。FCPフレームの長さが4バイト（＝1クアドレット）であるときに、“Write request for data quadlet”が使われる。ソースIDとディスティネーションIDは、アシンクロナスパケット発信元と宛先のアドレスである。

【0113】図18にIEEE-1394シリアルバスのアシンクロナスデータ伝送モードのFCPフレームの構造を示す。FCPフレームの先頭の4ビットはコマンドトランザクションセット（以下CTSという）で、オーディオ/ビデオ機器（以下AV機器という）制御用としてCTS=0000<sub>2</sub>を割り当ててある。CTSの後には、コマンドタイプ/レスポンスコード（以下CT/RCという）が4ビット、ヘッダーアドレス（以下HAという）が8ビット、OPCが8ビット、OPR1が8ビット、OPR2が8ビット・・・と続く。

【0114】図19は、CTS=0000<sub>2</sub>のときのFCPフレームでMIDIメッセージを伝送するデータ構造の一例である。CT/RCの4ビットは、コマンドとレスポンスの種類を表し、4ビットのMSBが‘0’ならば、そのフレームがコマンドフレームであり、‘1’ならばレスポンスフレームである。このCT/RCの仕様はAV機器制御用の仕様準拠のものである。

【0115】HAの8ビットは、例えばIECパブリケーション1030（以下IEC-1030という）で規定されているサブデバイスのタイプコードおよび、サブデバイスナンバーを用いることができる。MSB5ビットがサブデバイスタイプ、LSB3ビットがサブデバイスナンバーである。サブデバイスタイプは、AV機器用にビデオモニター、オーディオアンプ等を割り付けている。音楽・楽器として、例えばオーディオエフェクツユニット（10100<sub>2</sub>）のサブデバイスタイプを使うことができる。サブデバイスナンバーは、例えばダブルカセットデッキのように1台の機器に同じサブデバイスが複数ある場合に2つのデッキを区別するために使用する。

【0116】OPCの8ビットにMIDIメッセージのステータスバイト、OPR1のビットに一番目のMIDIメッセージのデータバイト、OPR2の8ビットに2

番目のデータバイトを入れる。IEC-1030において、OPCのMSBは‘1’でOPRのMSBは‘0’であり、MIDIメッセージのステータスバイトとデータバイトとの関連を保つことができる。

【0117】本実施の形態では、MIDIメッセージのシステムエクスクルーシブメッセージ以外はアシンクロナスデータ伝送モードで伝送する。

【0118】図20はFCPフレームの別の例である。本例ではCTSに音楽・楽器専用のコード（例えば0001<sub>2</sub>）を割り付ける。CT/RCの仕様は、CTS=0000<sub>2</sub>の場合に準じて良い。CTSにおいて音楽・楽器のメッセージであることが指定されているために、図19のようにHAにおいてサブデバイスを指定する必要がないので、HAの位置にステータスバイトを入れ、その後にデータバイトが最大2バイトが続く。システムエクスクルーシブメッセージ以外は4バイト以内に納まるために、“Write request for data quadlet”パケットで伝送する。システムエクスクルーシブメッセージは、前例と同様にアイソクロナスデータ伝送モードで伝送することも、Write request for data blockパケットによりアシンクロナスデータ伝送モードで伝送することもできる。

【0119】図16および図17のディスティネーションIDは、通信システム中の楽器の数が少ない場合は、特定の楽器に接続する変換器のIDを指定することができる。一方、IEEE-1394シリアルバスに直接接続できる機器の数は63台であり、多くのMIDI楽器に同じ内容のMIDIメッセージを送信する場合は、ディスティネーションIDに同報（Broadcast）IDを指定する。

【0120】図19および図20を含むアシンクロナスパケットを受信した変換器は、MIDIメッセージに変換してMIDI楽器へ送る。MIDI楽器は図35に示したステータスバイトの下位の4ビットより指定されたチャンネルを確認し、チャンネルが指定されたものであれば音を出す。

【0121】現状のMIDI信号は、低速であること、及びパケット伝送であることから、MIDIメッセージの伝送にはIEEE-1394シリアルバスのアシンクロナス伝送が適している。しかし、IEEE-1394シリアルバス上でMIDI規格の高速化やデジタルオーディオ信号伝送と共存する場合や、現状のMIDIメッセージの中でもシステムエクスクルーシブメッセージはアイソクロナスデータ伝送の方が適している。そこで、次に、MIDI規格に準拠した音楽・楽器信号をIEEE-1394シリアルバスのアイソクロナスパケットにのせる方法について説明する。

【0122】アイソクロナスパケットのフォーマットについては、図4～図8を参照しながら説明した。MIDI

IメッセージのMIDIチャンネルを、アイソクロナス伝送のチャンネルに変換することにより、アイソクロナス伝送上で16の異なるチャンネルを構成することができる。また、MIDI規格が将来拡張された場合、あるいはより高速の音楽・楽器データ伝送フォーマットにおいて64のアイソクロナスパケットを伝送することができる。図21は、CIPヘッダーのFMT=000100<sub>2</sub>の音楽・楽器に関するフォーマットのDATAFのビット割り付けの例である。

【0123】次に、スレーブになるMIDI楽器のサンプリングデータの伝送、及びデジタル信号データをOUT端子からフィードバックする例を用いて、本発明におけるアイソクロナスデータ伝送について説明する。

【0124】図22はアイソクロナスデータ伝送を行うためのMIDI楽器の構成図である。このMIDI楽器のMIDI IN端子とMIDI OUT端子は図14の変換器の入出力端子に接続されているものとする。図22に示すように、このMIDI楽器は、音色合成部60と、スイッチ61と、キーボード62と、D/Aコンバーター63と、アンプ64と、スピーカー65とを備えている。

【0125】キーボード62からのキーデータとタッチデータは、スイッチ61を通過して音色合成部60へ送られる。音色合成部60はキーデータとタッチデータを基にデジタルの音色波形信号を合成する。また、MIDIメッセージはIN端子からスイッチ61を通過してキーデータとタッチデータに変換され、音色合成部60へ入力される。したがって、キーボード62を弾かなくても、INからのMIDIメッセージにより演奏することができる。

【0126】音色合成方式にはFM方式やPCM方式がある。PCM方式では実際の音をデジタル記憶して、再生時にキーボードからの指令やMIDIメッセージによりメモリーから読み出す。

【0127】音色合成部60から出力されたデジタル信号は、D/Aコンバーター63でアナログ信号に変換され、アンプ64を通過してスピーカー65から音楽音を発生する。また、音色合成部60から出力されたデジタル信号を、スイッチ61を通してMIDI信号出力のOUTから変換器へ入力し、IEEE-1394シリアル

バス上の機器にフィードバックすることもできる。デジタル信号をフィードバックする場合、IEEE-1394シリアルバス伝送のフォーマットは、例えば、IEC-958で規定されるデジタルオーディオインタフェースのフォーマットに準拠することもできる。

【0128】さらに、このMIDI楽器はサンプリング機能を持っている。サンプリングとはユーザーがデジタルデータを自分で記録することである。ここでは、音色合成部60内のメモリーに記憶する。

【0129】音色合成部60から出力されたサンプリングデータはデジタル信号出力と同様、スイッチ61を通過してMIDI信号出力のOUTから変換器へ入力し、IEEE-1394シリアルバスのアイソクロナスデータ伝送のフォーマットに変換してバス上の機器に伝送することができる。

【0130】図23にシステムエクスクルーシブメッセージをIEEE-1394シリアルバスのアイソクロナス伝送モードにより送信する方法を示す。データパケットは127バイトの固定のデータ量で、MIDI信号として伝送すると、最短で $320\mu\text{S} \times 127 = 4.064\text{mS}$ かかる。この間のアイソクロナスパケットの数は $4.064\text{mS} \div 125\mu\text{S} = 325.12$ となる。IEEE-1394シリアルバスではクアドレット=4バイト単位でデータを伝送するので、127バイトのデータパケットに1バイトのダミーバイトを加えて128バイト(=32クアドレット)とする。したがって、1つのアイソクロナスパケットで1、2、4、8、16、32クアドレットを送信する6種類の方法が考えられる。

【0131】32クアドレットを伝送する方法では、約325個のアイソクロナスパケットのうち324個のパケットがデータを伝送しないダミーパケットになる。クロック周波数が100MHzの時の有効パケットの長さは、 $(32+5) \times 32 \div 100\text{MHz} = \text{約}12\mu\text{S}$ になる。

【0132】1アイソクロナスパケットで1クアドレットを伝送する方法でも10個のパケットのうち約9個がダミーパケットとなる。1アイソクロナスパケットで1クアドレットのデータを伝送する場合の有効パケットの長さは、 $(1+5) \times 32 \div 100\text{MHz} = \text{約}2\mu\text{S}$ になる。6種類の方法をまとめると下記ようになる。

【0133】

| クアドレット数 | 有効パケット | ダミーパケット | 有効パケットの長さ           |
|---------|--------|---------|---------------------|
| 32      | 1      | 325     | 11.84 $\mu\text{S}$ |
| 16      | 2      | 324     | 6.72 $\mu\text{S}$  |
| 8       | 4      | 322     | 4.16 $\mu\text{S}$  |
| 4       | 8      | 318     | 2.88 $\mu\text{S}$  |
| 2       | 16     | 310     | 2.24 $\mu\text{S}$  |
| 1       | 32     | 294     | 1.92 $\mu\text{S}$  |

【0134】1アイソクロナスパケットに32クアドレットを伝送すると125 $\mu\text{S}$ のうち12 $\mu\text{S}$ の帯域を占

めることになるが、複数のデジタルサンプラーからデータをダンプする可能性が少ないので、約4mSごとにア

アイソクロナスパケットでMIDIメッセージのデータパケットを送送することができる。1アイソクロナスパケットの中のクアドレットの数を上記6種類のうちのどれから選んでも良い。

【0135】図24は本発明を適用した双方向データ伝送システムのさらに他の例を示すブロック図である。このシステムでは、電子楽器75、76、80内に図14に示した変換器が内蔵されているので、内部でプロトコルの相互変換が行える。したがって、これらの電子楽器はIEEE-1394シリアルバス上のノードIDを持ち、IEEE-1394シリアルバスのプロトコルで通信ができる。また、CDプレイヤー73とMDレコーダー74は、図14と同様、IEC958/IEEE-1394変換器を備えているので、IEEE-1394シリアルバスのプロトコルで通信ができる。そして、DVCR70、デジタルTV71、DVDプレイヤー72、セットトップボックス77、パソコン78、及びハードディスク装置79は、IEEE-1394シリアルバスに対するデジタルインタフェースを備えているので、IEEE-1394シリアルバスのプロトコルで通信ができる。

【0136】なお、本発明は、上述の実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、それらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0137】例えば、図24においてCDプレイヤー等のデジタルオーディオ機器にはデジタルオーディオインタフェースを設けず、IEEE-1394シリアルバスに対するデジタルインタフェースのみを設け、IEEE-1394のプロトコルでデジタルオーディオ信号の処理を行うようにしてもよい。

【0138】同様に、図24の電子楽器にMIDIを設けず、IEEE-1394シリアルバスに対するデジタルインタフェースのみを設け、IEEE-1394のプロトコルで音楽・楽器信号の処理を行うようにしてもよい。

【0139】将来、IEEE-1394シリアルバスが普及し、デジタルオーディオインタフェースやMIDIが不要になれば、これらの方法が有効である。ただし、IEEE-1394シリアルバスに対するデジタルインタフェースに用いるプロトコルはデジタルオーディオインタフェースに対応するプロトコル、換言すれば図1のIEEE-1394シリアルバス上のプロトコルを採用することにより、現在から将来にわたって構成の変化を最小限に停める。MIDIについても同様である。本発明に係る「片方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのフォーマットを、双方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのアイソクロナス伝送フォーマットに変換する」は、このような形態を含む。

【0140】また、本発明は、例えばリニアデジタルオ

ーディオ信号の同期伝送、ノンリニアデジタルオーディオ信号の同期、非同期伝送等に適用することができる。さらに、それらの信号と共に制御コマンドの双方向伝送にも本発明を適用できる。

【0141】そして、本発明は、例えば音楽・楽器の高速インタフェース、デジタルオーディオインタフェース以外のデジタルオーディオデータ伝送フォーマットにも適用することができる。

【0142】

10 【発明の効果】以上の詳細に説明したように、本発明によれば、片方向でポイント・ツー・ポイント又はツリー状の信号伝送を行うインタフェースのフォーマットを、双方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのアイソクロナス伝送フォーマット又はアシンクロナス伝送フォーマットに変換をすることにより、機器の入出力端子の数を少なくすることができる。

20 【0143】したがって、従来、アナログの機器も含めてTVやオーディオのアンプやレシーバーのようにシステムの中心になる機器は、信号ケーブルがツリー状に接続されていたが、本発明を適用することにより1本のケーブルを接続するのみでデジタルオーディオ信号の双方向伝送が行えるようになる。また、従来、MIDI楽器では、複数の楽器を接続するパラボックスに、MIDIケーブルが集中配線されていたが、本発明を適用することにより1本のケーブルを接続するのみで音楽・楽器信号の演奏情報やコントロール情報等の双方向伝送が行えるようになる。

30 【0144】そして、本発明によれば、制御コマンドの伝送フォーマットを、双方向でデジタルデータの伝送を行うインタフェースのアシンクロナス伝送フォーマットに変換して上記のアイソクロナス伝送パケットと時分割多重して伝送することにより、システムの機器から制御コマンド伝送用のインタフェースのケーブルと端子を省略することができる。

40 【0145】また、本発明を適用することにより、デジタルオーディオインタフェースを用いるリニアデジタルオーディオの信号伝送と、ノンリニアデジタルオーディオおよび音楽・楽器信号を、双方向デジタルインタフェースに共通のフォーマットに変換することにより、TVやDVCR等の映像機器やパソコン、及び各種のデジタルオーディオ機器と電子楽器等を同じ双方向のデジタルインタフェースに接続したシステムにおいて情報信号の相互伝送と制御とが容易になる。

【0146】さらに、片方向の音楽・楽器信号の伝送フォーマットを双方向のデジタルデータの伝送を行うインタフェースのアシンクロナス伝送モードに変換して、AV機器用の制御コマンドの伝送フォーマットと一致させることにより、音楽・楽器とAV機器が相互に信号と制御コマンドを通信することが容易になる。

50 【0147】また、片方向の音楽・楽器信号の伝送フォ

ーマットおよび、その高速化したフォーマットを、双方のデジタルデータの伝送を行うインタフェースのアイソクロナス伝送フォーマットに変換して、大量のデータを短時間に伝送することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した双方向データ伝送システムの第一の形態を示す図である。

【図2】図1における変換器の基本構成を示す図である。

【図3】図1のシステムにおけるアイソクロナスとアシンクロナスのデータ伝送形態の一例を示す図である。

【図4】IEEE-1394のアイソクロナスパケットのフォーマットを示す図である。

【図5】IEEE-1394のアイソクロナスデータ伝送モードでのCIPヘッダーの一般的な仕様を示す図である。

【図6】デジタルオーディオ、音楽・楽器等のフォーマット指定の一例を示す図である。

【図7】本発明におけるCIPヘッダーの一例を示す図である。

【図8】本発明におけるSYTの例を示す図である。

【図9】本発明におけるデータフォーマットの指定の一例を示す図である。

【図10】本発明において、デジタルオーディオインタフェースのサンプリング周波数が44.1kHzの場合の変換の例を示す図である。

【図11】本発明において、デジタルオーディオインタフェースのサンプリング周波数が48kHzの場合の変換の例を示す図である。

【図12】本発明において、デジタルオーディオインタフェースのサンプリング周波数が32kHzの場合の変換の例を示す図である。

【図13】本発明におけるアイソパケットの例を示す図である。

【図14】本発明を適用した双方向データ伝送システムの第二の形態を示す図である。

【図15】図14における変換器の基本構成を示す図である。

【図16】IEEE-1394のアシンクロナスデータ伝送モードのWrite request for data blockパケットを示す図である。

【図17】IEEE-1394のアシンクロナスデータ伝送モードのWrite request for data quadletパケットを示す図である。

【図18】IEEE-1394シリアルバスのアシンクロナスデータ伝送モードのFCPフレームの構造を示す図である。

【図19】CTS=0000<sub>2</sub>のときのFCPフレームでMIDIメッセージを伝送するデータ構造の一例を示

す図である。

【図20】FCPフレームの別の例を示す図である。

【図21】CIPヘッダーのFMT=000100<sub>2</sub>の音楽・楽器に関するフォーマットのDATAFのビット割り付けの例である。

【図22】アイソクロナスデータ伝送を行うためのMIDI楽器の構成図である。

【図23】システムエクスクルーシブメッセージをIEEE-1394シリアルバスのアイソクロナス伝送モードにより送信する方法を示す図である。

【図24】本発明を適用した双方向データ伝送システムのさらに他の例を示すブロック図である。

【図25】デジタルオーディオインタフェースを用いたデジタルオーディオ信号の伝送例を示す図である。

【図26】デジタルオーディオインタフェースのサブフレームの構造を示す図である。

【図27】デジタルオーディオインタフェースのサブフレーム、フレーム、及びブロックの構造を示す図である。

【図28】デジタルアンプに多数のオーディオ機器やビデオ機器を集中接続したシステムの例を示す図である。

【図29】MIDI規格による電子楽器の接続の例を示す図である。

【図30】MIDI楽器をカスケード状に接続する例を示す図である。

【図31】MIDI楽器をTHRUボックスを経由してツリー状に接続する例を示す図である。

【図32】MIDI楽器においてシェイクハンドの伝送することを示す図である。

【図33】MIDIメッセージのフォーマットを示す図である。

【図34】MIDIメッセージの種類を示す図である。

【図35】MIDIチャネルの指定の方法を示す図である。

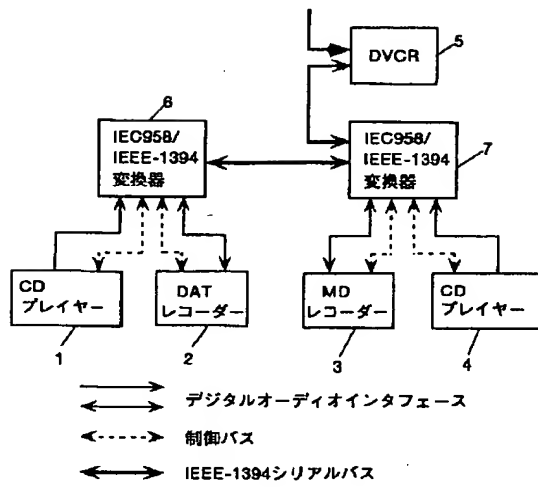
【図36】MIDIチャネルの使用方法的例を示す図である。

【図37】サンプルダンプリクエスト、ダンブヘッダー、データパケットの3つのMIDIメッセージのデータフォーマットを示す図である。

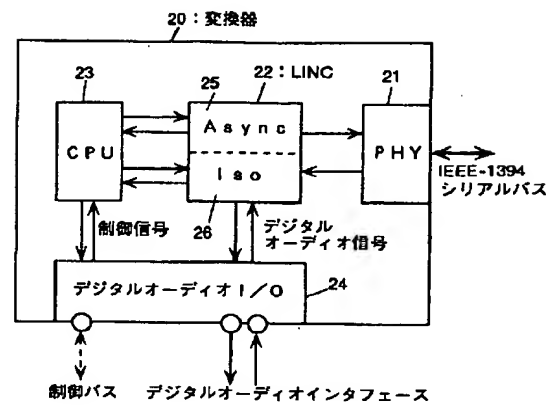
【符号の説明】

1, 4, 35, 73...CDプレイヤー、2...DATレコーダー、3, 36, 74...MDレコーダー、5, 70...DVCR、6, 7, 20...IEC958/IEEE-1394変換器、31~34...MIDI楽器、38~40, 50...MIDI/IEEE-1394変換器、41, 78...パソコン、42, 79...ハードディスク装置、71...デシデルTV、72...DVDプレイヤー、77...セットトップボックス、75, 76, 80...電子楽器

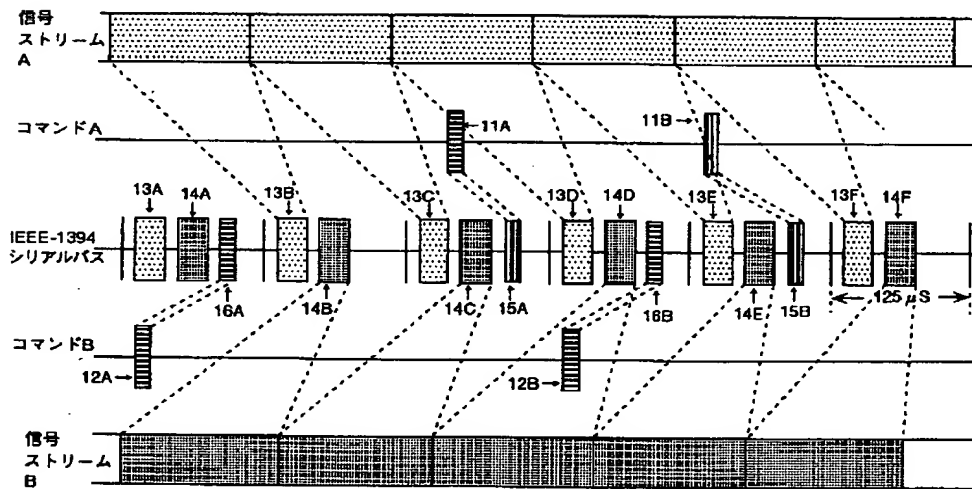
【図1】



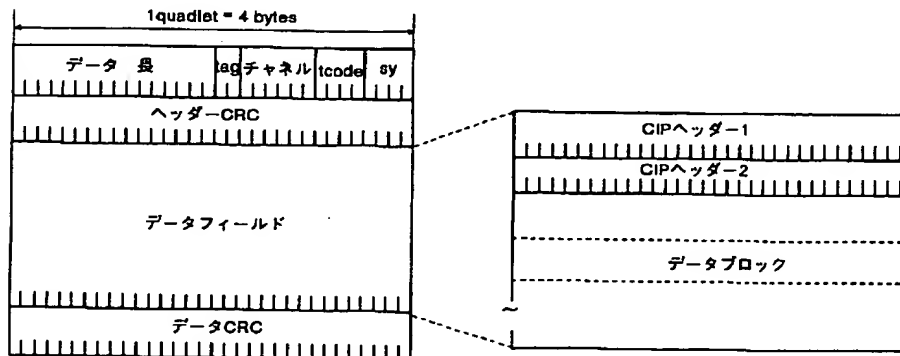
【図2】



【図3】



【図4】





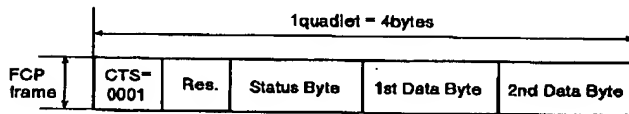
【図5】

|   |   |     |     |    |     |    |     |     |
|---|---|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|
| 0 | 0 | SID | DBS | FN | QPC | SP | Rev | DBC |
| 1 | 0 | FMT | FDF |    |     |    |     |     |

【図7】

|   |   |     |       |     |     |    |     |     |
|---|---|-----|-------|-----|-----|----|-----|-----|
| 0 | 0 | SID | DBS   | FN  | QPC | SP | Rev | DBC |
| 1 | 0 | FMT | DATAF | SYT |     |    |     |     |

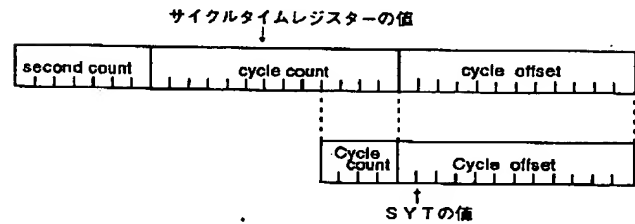
【図20】



【図6】

| FMT                      | 内容         |
|--------------------------|------------|
| 0 0 0 0 0 0 <sub>2</sub> | DVCR       |
| 0 0 0 0 0 1 <sub>2</sub> | MPEG       |
| 0 0 0 0 1 0 <sub>2</sub> | リニアオーディオ   |
| 0 0 0 0 1 1 <sub>2</sub> | ノンリニアオーディオ |
| 0 0 0 1 0 0 <sub>2</sub> | 音楽・楽器      |
| 0 0 0 1 0 1 <sub>2</sub> | (予約)       |
| ⋮                        | ⋮          |
| 1 1 1 1 0 1 <sub>2</sub> | (予約)       |
| 1 1 1 1 1 0 <sub>2</sub> | Free       |
| 1 1 1 1 1 1 <sub>2</sub> | No data    |

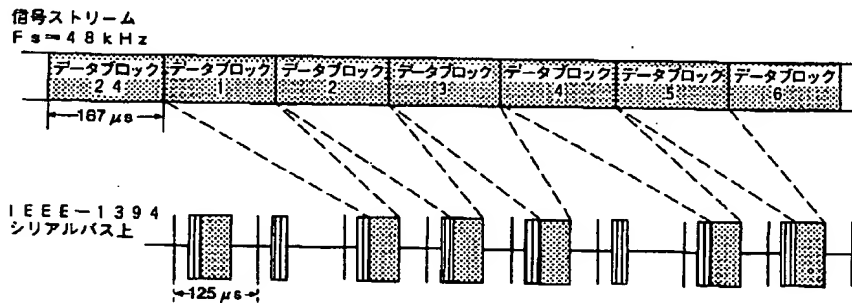
【図8】



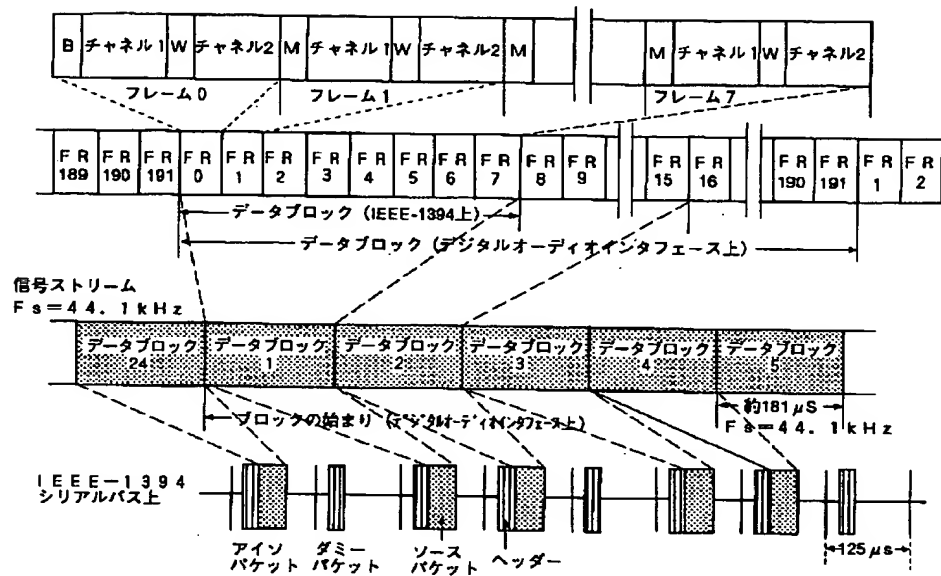
【図9】

| DATAF                        | 内 容              |            |        |
|------------------------------|------------------|------------|--------|
| 0 0 0 0 0 0 0 0 <sub>2</sub> | デジタルオーディオインタフェース | Fs=44.1kHz | 非同期モード |
| 0 0 0 0 0 0 0 1 <sub>2</sub> | デジタルオーディオインタフェース | Fs=48kHz   | 非同期モード |
| 0 0 0 0 0 0 1 0 <sub>2</sub> | (Reserved)       |            |        |
| 0 0 0 0 0 0 1 1 <sub>2</sub> | デジタルオーディオインタフェース | Fs=32kHz   | 非同期モード |
| 0 0 0 1 0 0 0 0 <sub>2</sub> | Raw オーディオ        |            | 非同期モード |
| 1 0 0 0 0 0 0 0 <sub>2</sub> | デジタルオーディオインタフェース | Fs=44.1kHz | 同期モード  |
| 1 0 0 1 0 0 0 0 <sub>2</sub> | Raw オーディオ        |            | 同期モード  |

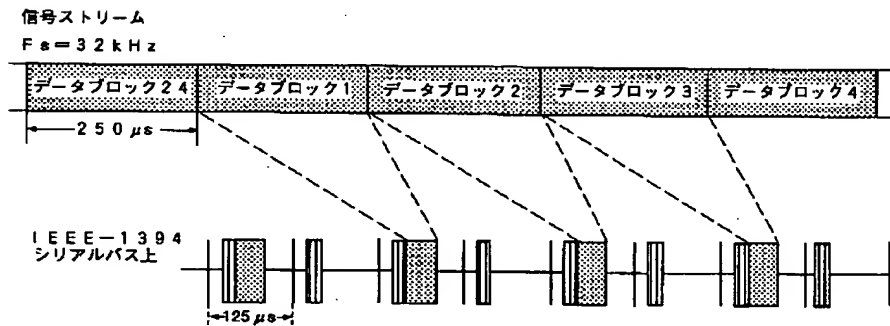
【図11】



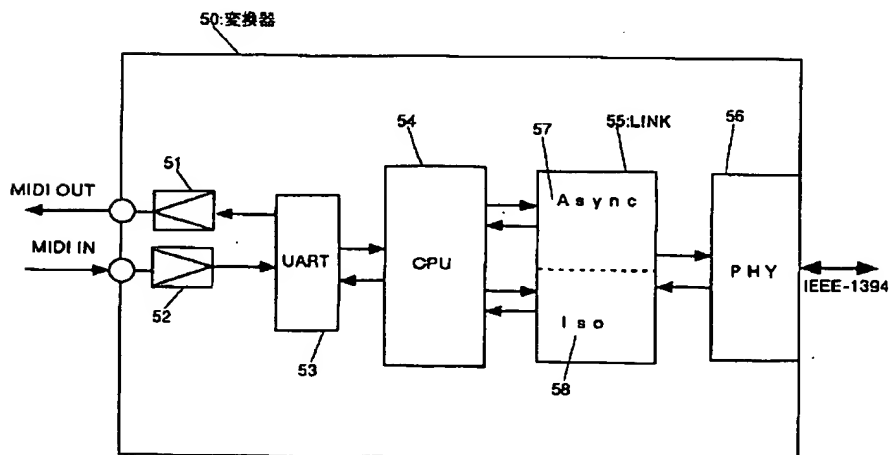
【図10】



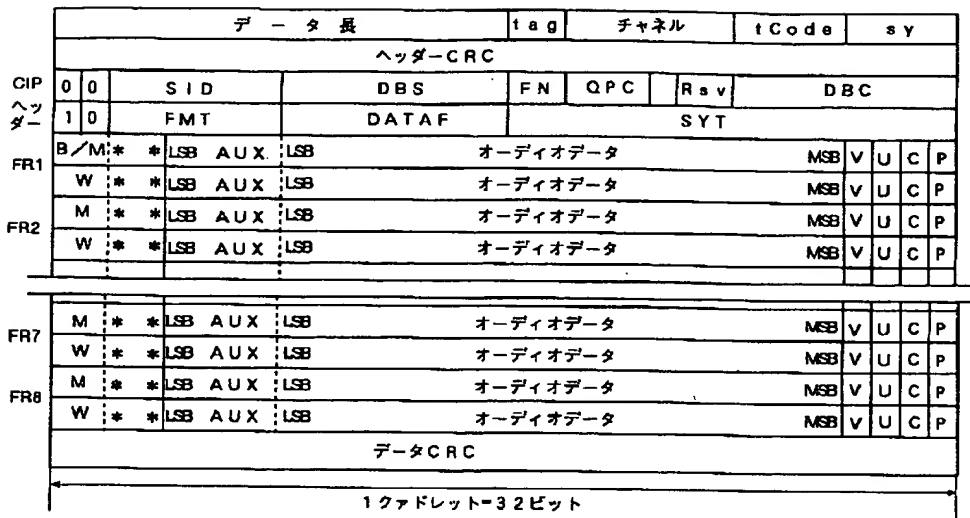
【図12】



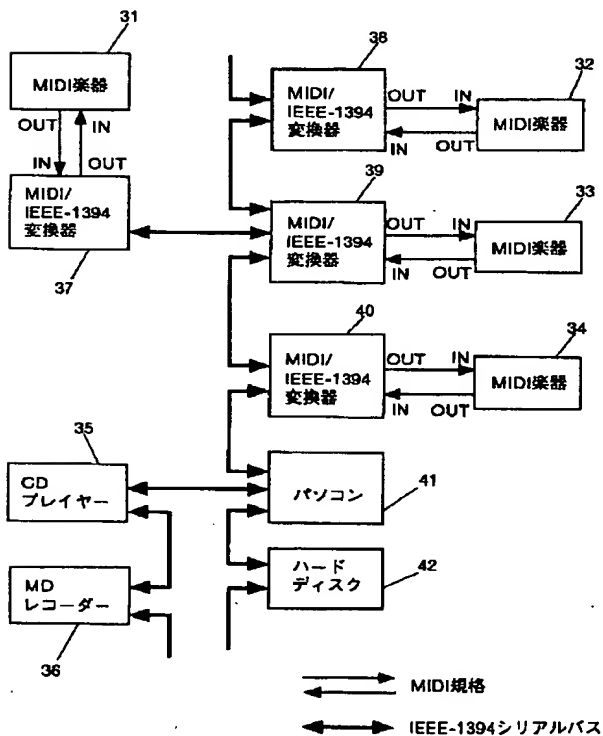
【図15】



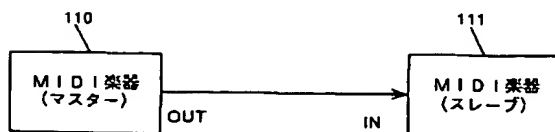
【図13】



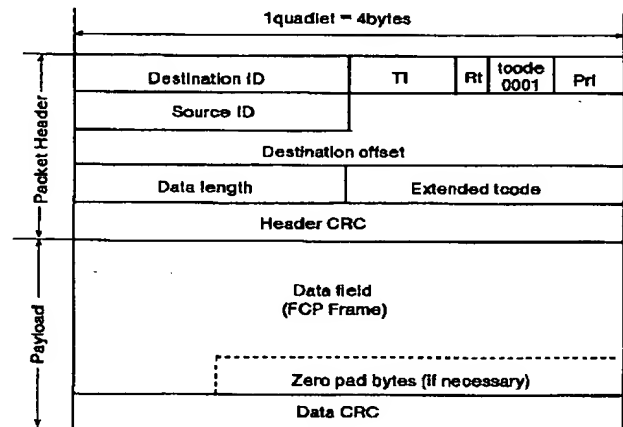
【図14】



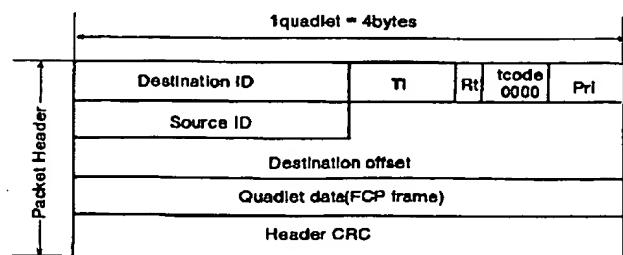
【図29】



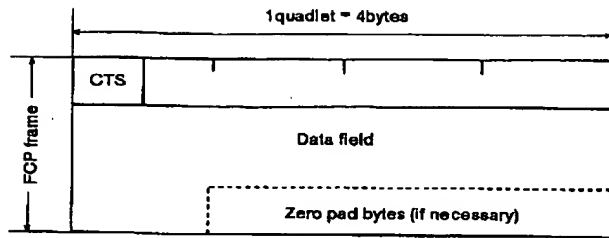
【図16】



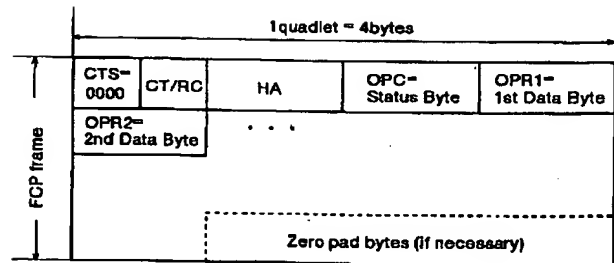
【図17】



【図18】



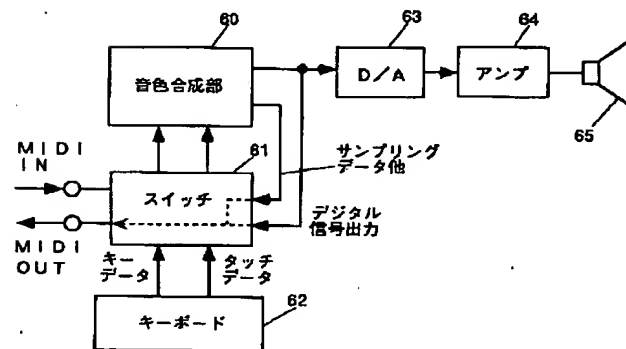
【図19】



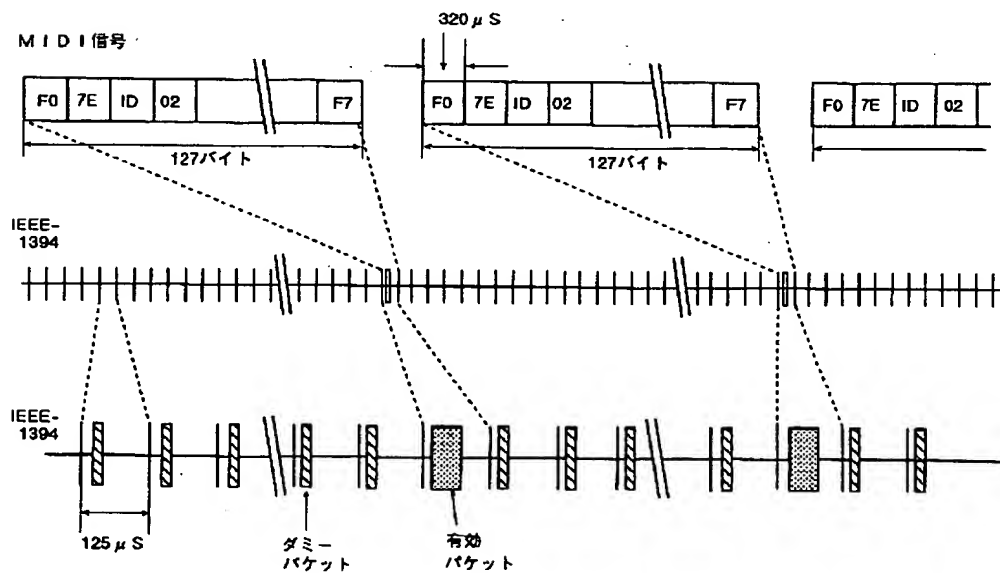
【図21】

| DATAF                 | 内容           |
|-----------------------|--------------|
| 00000000 <sub>2</sub> | MIDI         |
| 00000001 <sub>2</sub> | MIDI state   |
| 00000010 <sub>2</sub> | MIDI control |
| 00000011 <sub>2</sub> | other format |

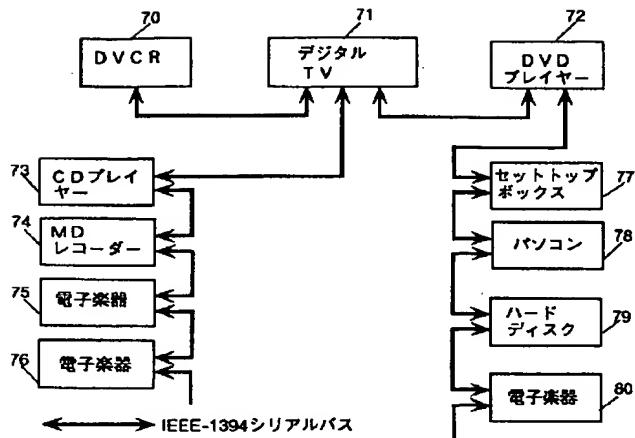
【図22】



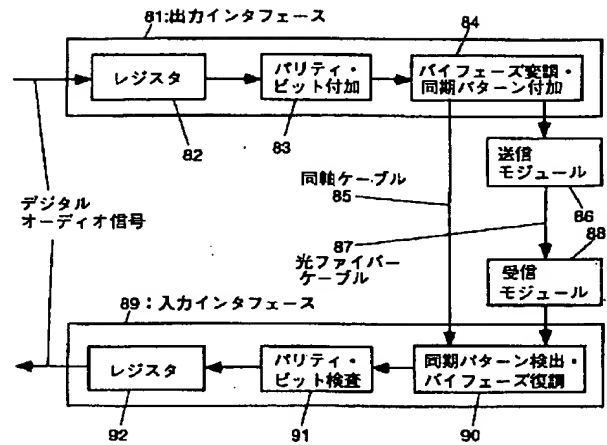
【図23】



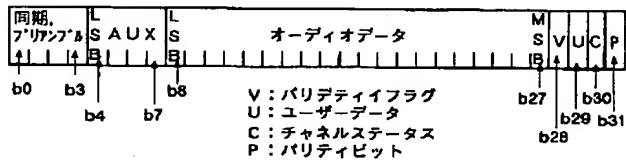
【図24】



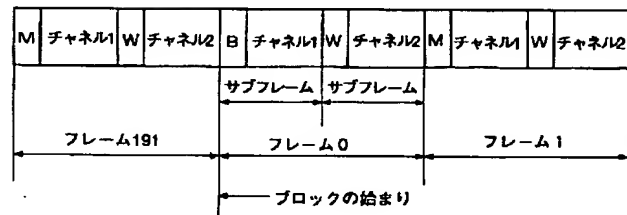
【図25】



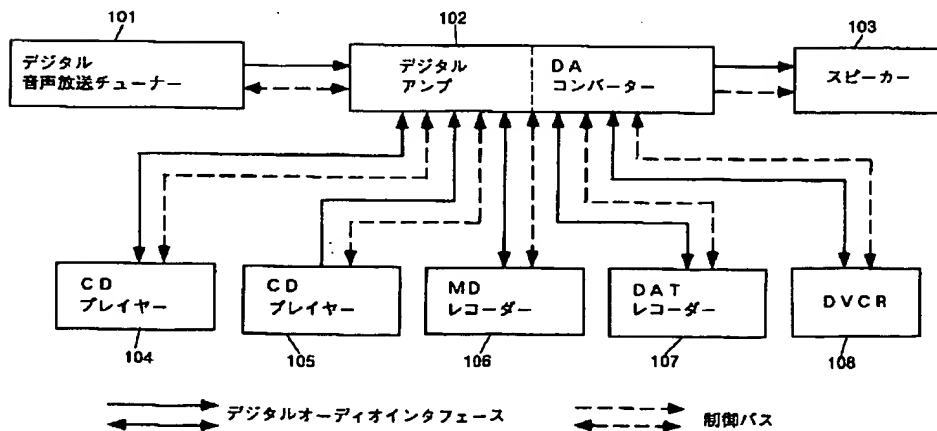
【図26】



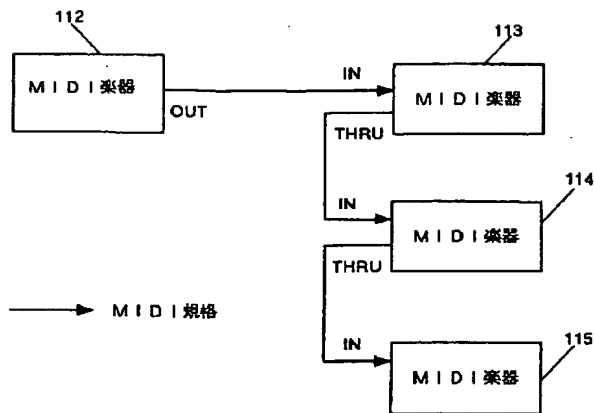
【図27】



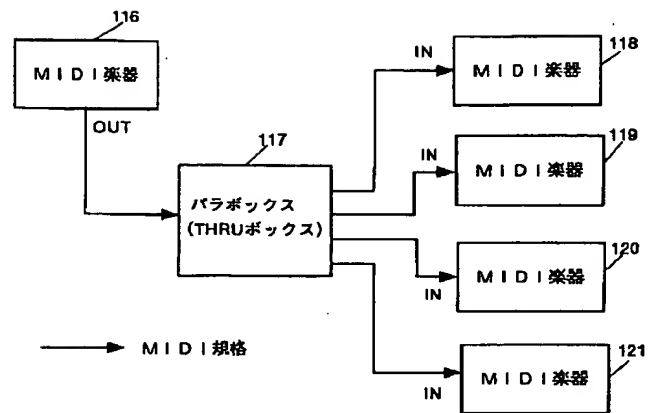
【図28】



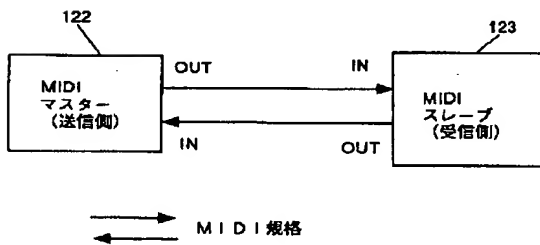
【図30】



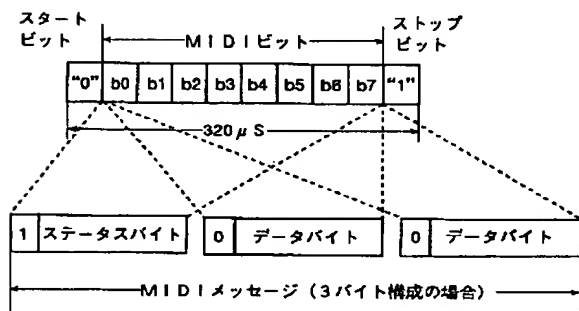
【図31】



【図32】



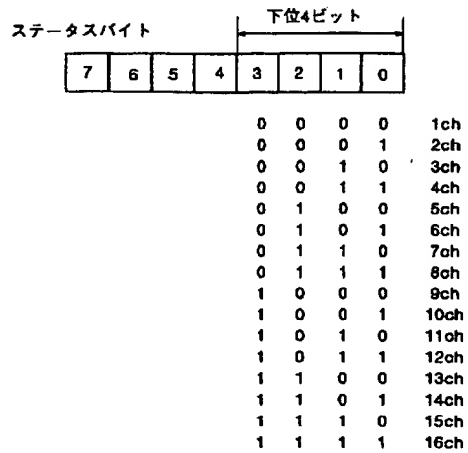
【図33】



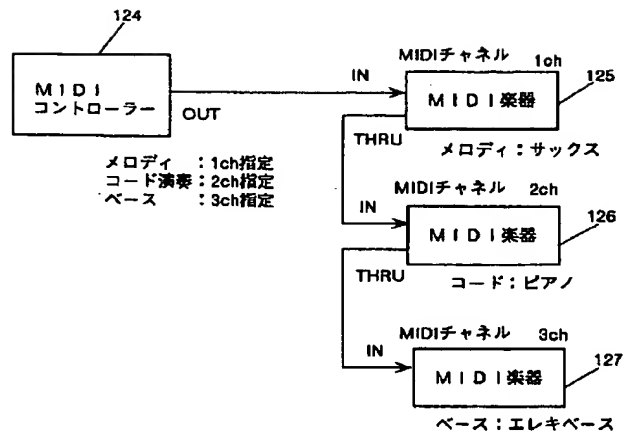
【図34】

| MIDIメッセージ  |           |                 |  | 1 byte目 | 2 byte目  | 3 byte目   |
|------------|-----------|-----------------|--|---------|----------|-----------|
|            |           |                 |  | 9nH     | ノート番号    | ペロシディ     |
| チャンネルメッセージ | ボイスメッセージ  | ノートオン           |  | 9nH     | ノート番号    | ペロシディ     |
|            |           | ノートオフ           |  | 8nH     | ノート番号    | ペロシディ     |
|            |           | ポリフォニック・キープレッシャ |  | AnH     | ノート番号    | プレッシャー値   |
|            |           | コントロール・チェンジ     |  | 8nH     | コントロール番号 | コントロール値   |
|            |           | プログラム・チェンジ      |  | CnH     | プログラム番号  |           |
|            |           | チャンネル・プレッシャ     |  | DnH     | プレッシャー値  |           |
|            |           | ピッチ・ベンド         |  | EnH     | LSB      | MSB       |
|            |           | オールサウンド・オフ      |  | 8nH     | 78       | 00        |
|            | モードメッセージ  | リセット・オールコントロール  |  | 8nH     | 79       | 00        |
|            |           | ローカル・コントロール     |  | 8nH     | 7A       | dd        |
|            |           | オール・ノートオフ       |  | 8nH     | 7B       | 00        |
|            |           | オムニオフ           |  | 8nH     | 7C       | 00        |
|            |           | オムニオン           |  | 8nH     | 7D       | 00        |
|            |           | モノオン(ポリオフ)      |  | 8nH     | 7E       | 00        |
|            |           | ポリオン(モノオフ)      |  | 8nH     | 7F       | 00        |
|            | システムメッセージ | エクスクルーシブメッセージ   |  | F0H     | ID       | ..... F7H |
|            |           | クォータ・フレーム・メッセージ |  | F1H     | dd       |           |
|            |           | ソング・ポジション・ポインタ  |  | F2H     | LSB      | MSB       |
|            |           | ソング・セレクト        |  | F3H     | dd       |           |
|            |           | チューン・リクエスト      |  | F6H     |          |           |
|            |           | エンドオブ・エクスクルーシブ  |  | F7H     |          |           |
|            |           | タイミグ・クロック       |  | F8H     |          |           |
|            |           | スタート            |  | FAH     |          |           |
|            |           | コンディニュ          |  | FBH     |          |           |
|            |           | ストップ            |  | FCH     |          |           |
|            |           | アクティブ・センシング     |  | FEH     |          |           |
|            |           | システム・リセット       |  | FFH     |          |           |

【図35】

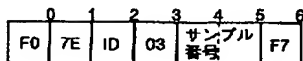


【図36】

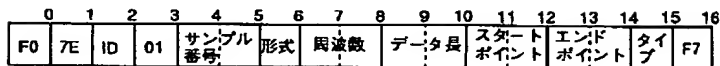


【図37】

(1) サンプルダンプリクエスト



(2) ダンプヘッダー



(3) データパケット

